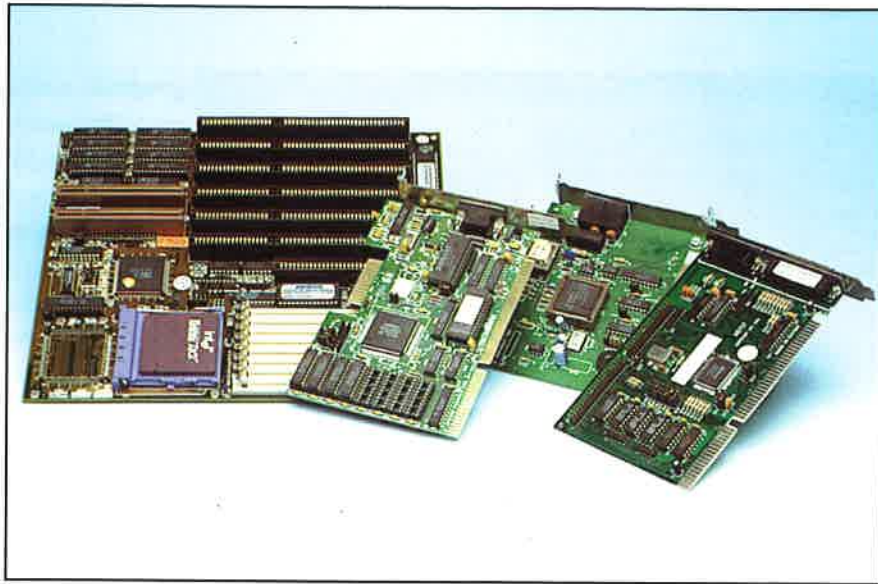
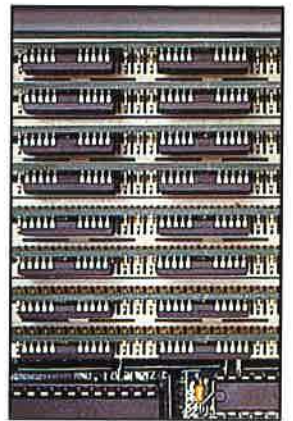
SPEDIZIONE IN ABB. POST.
GRUPPO II/70
ELETTRONICA E PC
L.9.900 Frs.17
41
HARDWARE
E PERIFERICHE
Aggiornamento
del proprio PC
CORSO
DI ELETTRONICA
DIGITALE
Comparatori di
Fase e PLL
REALIZZAZIONI
PRATICHE
Analizzatore Logico
(Modulo di innesco)
FOTOMAN
LOGITECH
File Edit View
JACKSON
LIBRI

AGGIORNAMENTO DEL PROPRIO PC

Molti utenti avranno pensato più di una volta di cambiare il proprio vecchio elaboratore con uno più moderno e potente. Spesso però il costo di una nuova apparecchiatura ha portato all'abbandono di tale idea. Una possibile soluzione a questo problema potrebbe essere quella di "ricondizionare" il proprio personal computer in modo da renderlo il più attuale possibile.

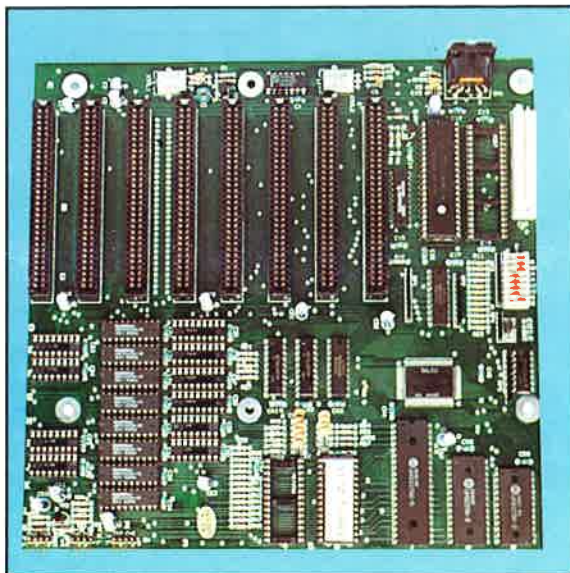
Uno dei problemi che si possono incontrare è la definizione delle necessità di aggiornamento

A causa del rapidissimo sviluppo delle tecnologie di fabbricazione dei componenti elettronici, e della loro sempre maggiore integrazione, nel campo informatico una apparecchiatura può risultare vecchia anche solo dopo pochi mesi dall'acquisto. Non è pensabile però cambiare elaboratore troppo frequentemente, poiché i costi di tale operazione risulterebbero insostenibili dalla maggior parte degli utenti. Per aggirare questo problema è possibile sostituire quelle parti

Spesso è difficile stabilire quali sono gli elementi del proprio elaboratore che richiedono un aggiornamento

del calcolatore che sono ormai superate con altre tecnologicamente molto più avanzate, in modo da mantenere la propria macchina sempre competitiva.

In effetti, molti elementi del proprio personal computer possono essere ancora utili ed efficaci, per cui la loro sostituzione sarebbe del tutto superflua. Di conseguenza, è opportuno verificare quali sono gli elementi che ormai risultano insufficienti alle nuove esigenze, e reperire gli equivalenti più idonei disponibili in commercio per rendere il proprio personal aggiornato e in grado di svolgere in modo soddisfacente i compiti richiesti senza spreco di tempo e di denaro.

La scheda madre è l'elemento principale di un personal computer

Non tutte le parti componenti un elaboratore sono soggette allo stesso ritmo di invecchiamento

QUAL' È IL PROBLEMA?

Una delle difficoltà maggiori che bisogna affrontare quando si decide di aggiornare il proprio PC è l'identificazione delle esigenze specifiche. La memoria RAM attualmente installata è sufficiente per le nuove applicazioni? L'hard disk ha una capacità e una velocità adeguate alle necessità attuali? e così via.

Poiché i parametri di valutazione sono molto diversi e rispondono a esigenze spesso molto particolari, in questo capitolo non si vogliono indicare criteri rigidi per la scelta dei dispositivi. L'obiettivo è invece quello di indicare al potenziale acquirente le caratteristiche più significative che contraddistinguono i diversi dispositivi disponibili nel mondo dell'elettronica e dell'informatica in modo che, dopo che ciascuno ha definito i criteri personali di valutazione in base alle proprie esigenze, possa effettuare la scelta più opportuna per risolvere il problema. Ciò che si vuole offrire non è quindi una guida all'acquisto, ma un riferimento preciso che riporta lo stato dell'arte attuale di questi dispositivi.

In questa ottica verranno forniti anche alcuni prezzi dei dispositivi esaminati che sono puramente orientativi; ciò significa che le indicazioni riportate devono essere considerate con le dovute riserve in quanto la concorrenza tra i diversi costruttori e i vari distributori di questi dispositivi è feroce. Di conseguenza, non è improbabile che lo stesso dispositivo possa avere un costo completamente diverso a seconda del fornitore al quale ci si rivolge. I prezzi indicati in queste pagine sono stati rilevati dalle pubblicità apparse sulle diverse riviste informatiche italiane.

IDENTIFICAZIONE DEGLI ELEMENTI

Per prima cosa bisogna identificare quali sono gli elementi del calcolatore più soggetti all'evoluzione tecnologica, e che pertanto possono risultare

più facilmente obsoleti. Gli elementi esaminati in questo capitolo sono:
- *scheda madre: microprocessore,*
- *memoria RAM,*
- *hard disk,*
- *floppy driver*
- *scheda grafica,*
- *monitor.*

Bisogna tener presente che non tutte le parti componenti di un elaboratore subiscono lo stesso ritmo di invecchiamento, per cui generalmente sono le esigenze specifiche che determinano quelle che richiedono la sostituzione.

IL MICROPROCESSORE

Il microprocessore può essere considerato il centro nevralgico del sistema. Dai vecchi 8086 e 80286 si è arrivati ai 386 e 486, e al recentissimo Pentium. Anche se in commercio sono ancora reperibili personal computer con microprocessori 286, si può comunque affermare che queste apparecchiature sono ormai diventate irrimediabilmente obsolete, per cui non è consigliabile orientarsi verso il miglioramento di un sistema dotato di questo tipo di microprocessore o di un processore di livello inferiore. Questa condizione può essere legittimata anche dal fatto che, pur essendo il 286 un componente di per sè sufficiente, in commercio sono disponibili modelli superiori a prezzi equivalenti. Per questa ragione l'operazione di modifica può essere giustificata solo con microprocessori della serie 386, 486 e Pentium, anche se è sin troppo facile prevedere che il 386 entro breve tempo tenderà a scomparire, come sta accadendo al suo predecessore 286. D'altra parte il Pentium, data la sua recentissima comparsa, potrebbe risultare ancora eccessivamente costoso per le proprie disponibilità, per cui è consigliabile orientare la propria scelta verso una scheda madre dotata di microprocessore della famiglia 486. Questa soluzione di compromesso permette di attualizzare a costi contenuti il proprio elaboratore, con la quasi certezza che le prestazioni offerte potranno soddisfare la maggior parte delle esigenze per un lungo periodo di tempo.

Scheda madre di un 486 predisposta per l'installazione di un microprocessore Pentium

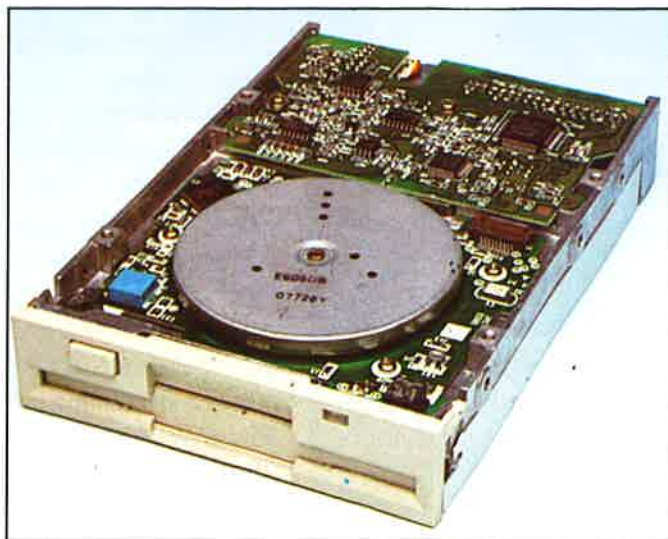
Un altro parametro che deve essere attentamente considerato è la velocità della scheda madre, poiché attualmente sono disponibili schede che operano a velocità diverse. Le schede 486 presenti in commercio hanno velocità di 20, 25, 33, 40, 50 e 66 MHz, in funzione del

Il 486 ha il vantaggio di incorporare un coprocessore matematico (esclusa la serie 486 SX)

I personal computer dell'ultima generazione sono dotati di banchi di memoria per moduli SIMM

Uno degli elementi che più rapidamente diventa insufficiente è l'hard disk

costruttore che le fornisce. Il 486 ha l'ulteriore vantaggio di incorporare un coprocessore matematico (tranne i processori della serie SX), che permette di velocizzare ulteriormente i procedimenti di calcolo matematico in quelle applicazioni che ne fanno uso. Fino a poco tempo fa valeva la considerazione che quanto più veloce era il microprocessore meglio era. Attualmente invece questa caratteristica non è più così rilevante, poiché molte applicazioni richiedono maggiori prestazioni da altri componenti del calcolatore, come ad esempio l'hard disk, che verrà esaminato più dettagliatamente in seguito. Una frequenza di clock di 33 MHz risulta sufficiente per la maggior parte delle applicazioni software attualmente in commercio. Un elemento che ha assunto un ruolo importante è invece il tipo di bus; è consigliabile orientarsi su una scheda madre con bus ISA a 16 bit, anche se potrebbe essere presa in considerazione l'ipotesi di una scheda con bus EISA a 32 bit che, anche se il suo costo è sensibilmente più elevato, potrebbe risultare più adeguata per quelle applicazioni che richiedono una grande velocità di processo. Le schede di tipo Local Bus sono indicate per quelle applicazioni grafiche nelle quali è necessario accelerare notevolmente i processi di elaborazione utilizzando le interfacce opportune. Il prezzo orientativo di una scheda madre con microprocessore 486 a 33 MHz con Bus ISA è di circa £. 700.000.

I disk drive da 3" 1/2 sono quelli maggiormente utilizzati

Quando si deve espandere la memoria, è indispensabile consultare il manuale del personal computer

MEMORIA RAM

La memoria è certamente l'elemento del proprio personal computer che richiede i maggiori aggiornamenti.

Attualmente le applicazioni software richiedono prestazioni sempre maggiori dal calcolatore. Mentre per il sistema operativo MS/DOS sono sufficienti 2 Mbyte di memoria, per un ambiente grafico, come può essere WINDOWS, sono necessari almeno 4 Mbyte di memoria RAM, anche se un valore ottimale sarebbe di 6 Mbyte. Se si utilizza il sistema operativo OS/2 si consiglia di dotare il proprio personal di 6 Mbyte di memoria. Quando si decide di espandere la memoria del proprio personal è assolutamente indispensabile leggere il manuale operativo della scheda madre per reperire alcu-

La scheda grafica più utilizzata è la VGA/SVGA

ne informazioni fondamentali, quali la massima quantità di memoria installabile nel personal, le operazioni che si devono eseguire per realizzare l'espansione, e che tipo di memorie si devono utilizzare. Le procedure di espansione della memoria sono legate ai banchi disponibili (generalmente si opera con moduli SIMM) e alla capacità delle memorie. Ciò significa che non è possibile espandere la memoria ad un valore arbitrario, ma è necessario rispettare le quantità di Mbyte indicate dal costruttore. Le capacità standard dei moduli di memoria attualmente disponibili in commercio sono di 256 Kbyte, 1 Mbyte e 4 Mbyte. Queste memorie possono avere velocità di accesso di 70 e 80 nanosecondi, ma si possono trovare anche con velocità di 60 nanosecondi a prezzi accettabili. Non è consigliabile montare memorie con velocità diverse sulla stessa scheda madre, poiché si potrebbero verificare diversi problemi. Il costo orientativo delle memorie RAM è di circa 100.000 lire al Mbyte, ma è molto fluttuante poiché legato ai cambi valutari.

L'HARD DISK

Questo argomento diventa di rilevanza particolare nel momento in cui si rende necessario un aggiornamento del proprio elaboratore. Nella maggior parte dei casi questa decisione deriva dal fatto che il proprio personal è dotato di un hard disk la cui capacità è diventata insufficiente. All'atto dell'acquisto del nuovo disco rigido è perciò normale che venga richiesto solamente un disco con una capacità in Mbyte maggiore, dimenticando che questo è un parametro molto importante ma non certamente l'unico che ne determina la buona qualità. Infatti uno degli aspetti più importanti, che spesso viene trascurato ma che più influisce sul rendimento finale del sistema, è il suo *tempo medio di accesso.*

Uno dei parametri più importanti che spesso viene trascurato, ma che più influisce sul rendimento complessivo del sistema, è il tempo medio di accesso dell'hard disk

Il livello tecnologico raggiunto ha permesso di abbassare notevolmente questo valore, per cui ciò che ieri poteva essere considerato un dispositivo molto valido oggi può essere del tutto superato. Per orientare il potenziale acquirente, si può considerare un tempo di accesso di 16 millisecondi più che soddisfacente per operare con quasi tutte le applicazioni software attualmente disponibili. Tempi inferiori sono consigliati se, ad esempio, l'elaboratore viene utilizzato come server di rete o in applicazioni analoghe.
Per scegliere la capacità necessaria dell'hard disk è consigliabile valutare tutte le proprie esigenze a corto e medio termine. Gli hard disk di minor

capacità attualmente disponibili in commercio sono da 40 Mbyte. Volendo abbondare si può scegliere un hard disk da 105 Mbyte, che è in grado di soddisfare le esigenze della maggior parte dei piccoli e medi utenti di PC. Questo tipo di hard disk può essere acquistato ad un prezzo di circa 400.000 lire.

FLOPPY DRIVE

Attualmente esistono in commercio due tipi di floppy drive, che servono per pilotare floppy disk di dimensioni diverse: da 3" 1/2 e da 5" 1/4.
Anche se l'utilizzo di drive a 5" 1/4 è ancora molto diffuso, la tendenza dei costruttori è quella di arrivare ad uno standard a 3" 1/2; infatti, quasi tutti i nuovi elaboratori sono dotati di questo tipo di drive. Analogamente, quasi tutti i prodotti software che vengono proposti sono distribuiti su floppy di questo formato.
Ciò porta alla conclusione che dotare il proprio personal di una seconda unità di queste dimensioni e del tipo ad alta densità (1,44 Mbyte) è sicuramente un'operazione consigliabile, anche perché in questo modo il passaggio da un formato all'altro può essere effettuato senza alcun tipo di problema.

SCHEDA GRAFICA

Se il proprio personal computer è piuttosto vecchio, molto probabilmente è dotato di una scheda grafica CGA o EGA.
Attualmente le schede più utilizzate, in grado di soddisfare la maggior parte delle esigenze software, sono le VGA (640 x 480), le SVGA (800 x 600) e le schede video speciali con risoluzione 1024 x 768. Se si lavora molto con applicazioni grafiche è opportuno scegliere almeno una scheda SVGA, se non addirittura una scheda speciale, in particolare per programmi CAD o simili.
A scopo semplicemente orientativo, si può dire che il costo di una scheda SVGA per bus ISA è di circa 150.000 lire.

IL MONITOR

Il monitor deve essere scelto in funzione del tipo di scheda grafica presente nell'elaboratore. Come già per la scheda grafica, anche il monitor del proprio personal può risultare inadatto per i nuovi applicativi software, per cui è necessario sostituirlo con uno che soddisfi le esigenze attuali. I monitor più diffusi sono i VGA e SVGA a colori.

I disk drive da 5" 1/4 sono ancora molto utilizzati, anche se la tendenza attuale è quella di sostituirli con drive da 3" 1/2

Per ciascun modello di microprocessore esiste in commercio il corrispondente coprocessore matematico

Per applicazioni grafiche particolari è però consigliabile orientarsi verso monitor con risoluzioni maggiori e, se possibile, con dimensioni superiori ai 14" tradizionali. Un monitor a colori SVGA a 14" può avere un costo indicativo di 450.000 lire, mentre un monitor a colori ad alta risoluzione a 17" ha un costo di circa 2.000.000 di lire.

La comunicazione tra un mouse e il calcolatore può avvenire in due diverse modalità: via cavo o tramite raggi infrarossi

ALTRI DISPOSITIVI

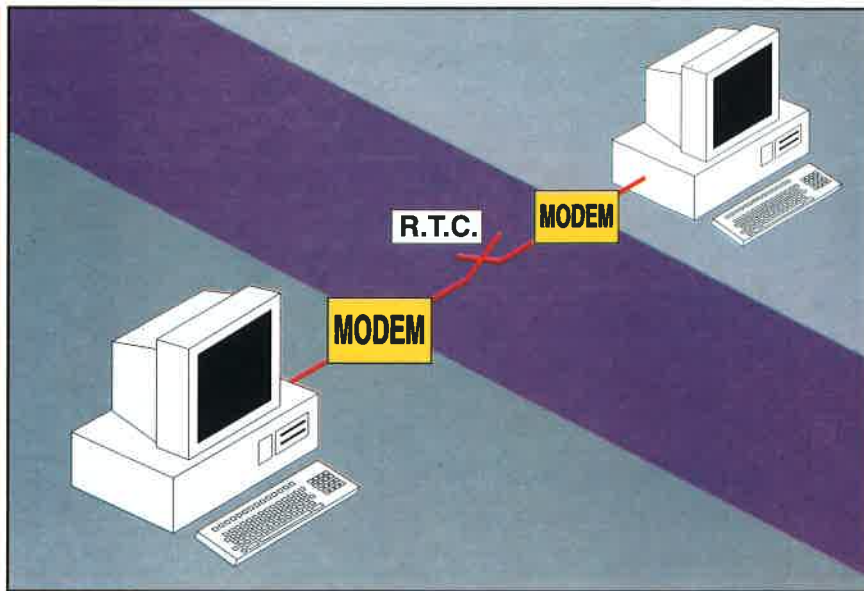
Oltre ai dispositivi appena descritti, che consentono di aggiornare il proprio personal computer, ne esistono altri che possono risultare molto interessanti e molto utili per il lavoro di tutti i giorni. Di seguito vengono esaminati gli strumenti che abitualmente vengono utilizzati e che possono essere reperiti senza difficoltà presso i rivenditori specializzati.

IL COPROCESSORE MATEMATICO

In alcune applicazioni i processi di elaborazione e di calcolo possono essere notevolmente accelerati con l'impiego del coprocessore matematico. Con questo dispositivo il proprio elaboratore può diventare facilmente e senza una spesa eccessiva uno strumento potente e attuale.
Per valutare se questo dispositivo può veramente aumentare l'efficienza del proprio personal computer, è opportuno verificare se i programmi che normalmente vengono utilizzati sono in grado di gestirlo e sfruttarlo, poiché altrimenti non risulterebbe di alcuna utilità.
In commercio esistono diversi modelli di coprocessori matematici, ciascuno dei quali deve essere associato al corrispondente tipo di microprocessore.
Ad esempio, per i 386 sono disponibili i coprocessori 387 a 25, 33 e 40 MHz ad un costo indicativo di 200.000 lire, che può variare leggermente in funzione del modello.
Bisogna poi tener presente che i microprocessori della famiglia 486 (tranne i 486 SX) comprendono già al loro interno il corrispondente coprocessore matematico.

IL MOUSE

Questo dispositivo è ormai diventato un elemento quasi indispensabile nella maggior parte delle applicazioni software, soprattutto per quelle sotto WINDOWS e per i programmi di disegno computerizzato.
In commercio si possono trovare due diversi modelli di mouse, e più precisamente i mouse meccanici e quelli ottici.
Quelli del primo tipo sfruttano il movimento di una sfera di caucciù, teflon o gomma che viene fatta scorrere su di una superficie piana. Grazie alla sua estrema semplicità, questo tipo di mouse è il più diffuso tra gli utenti di PC, anche se a causa della presenza di parti meccaniche è il più soggetto a guasti.
Il mouse di tipo ottico sfrutta due fonti luminose poste al suo interno che proiettano dei fasci di luce su di una tavoletta speciale dotata di una serie di sensori.
Quando il fascio di luce colpisce questi sensori viene riflesso su altri fotosensori posti all'interno del mouse che captano le variazioni di movimento.
Il vantaggio più evidente di questo tipo di mouse è legato al fatto che, essendo privo di parti meccaniche, è meno soggetto a guasti e ad usura.
Per contro si devono segnalare il prezzo, più elevato rispetto a quelli meccanici, e la necessità di acquistare la relativa tavoletta speciale.

Attualmente in commercio si possono trovare due tipi di mouse, che sono ovviamente quelli più utilizzati: i mouse optomeccanici e quelli ottici

Con un modem è possibile collegare tra di loro due calcolatori attraverso la rete telefonica

Il costo di questi dispositivi può variare tra le 50.000 e le 120.000 lire, a seconda del modello.

IL MODEM

Con questo dispositivo è possibile accedere, tramite le linee di telecomunicazione, a diverse banche dati.
In commercio esistono diversi tipi di modem, che possono essere montati internamente al computer (come scheda modem) o collegati esternamente tramite la porta seriale; questi ultimi hanno un costo più elevato rispetto ai primi.
Attualmente i modem sono in grado di effettuare la trasmissione dei dati con modalità diverse. Le velocità più comuni sono 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 14.400 e 19.200 baud.
Per comunicazioni che vengono effettuate attraverso la rete telefonica tradizionale la velocità più comune è di 2.400 baud.
Una prestazione aggiuntiva che questi dispositivi sono in grado di offrire è quella di incorporare sulla stessa scheda un fax, che può sia ricevere che trasmettere documenti in questa modalità.
Il costo orientativo di questi dispositivi, in funzione del modello e delle prestazioni, varia dalle 80.000 alle 700.000 lire.

CONFIGURAZIONE BASE CONSIGLIATA

Per dare un'idea delle caratteristiche che dovrebbe avere un personal computer attuale viene di seguito fornita la configurazione di base proposta dalla maggior parte dei costruttori o distributori.

Con un dispositivo fax-modem si hanno a disposizione due apparecchiature integrate su di una stessa scheda

Configurazione di base consigliata e proposta dai distributori per un personal computer della nuova generazione

- **Microprocessore: 486 a 33 MHz con 256 Kbyte di memoria caché**
- **Bus: ISA/EISA**
- **Memoria RAM: 4 MByte (espandibile fino a 16 Mbyte)**
- **Hard disk: 105 MByte con tempo di accesso di 17 millisecondi**
- **Disk drive: 3" 1/2 ad alta densità**
- **Scheda grafica: SVGA (1.024 x 768)**
- **Monitor: SVGA a colori da 14"**

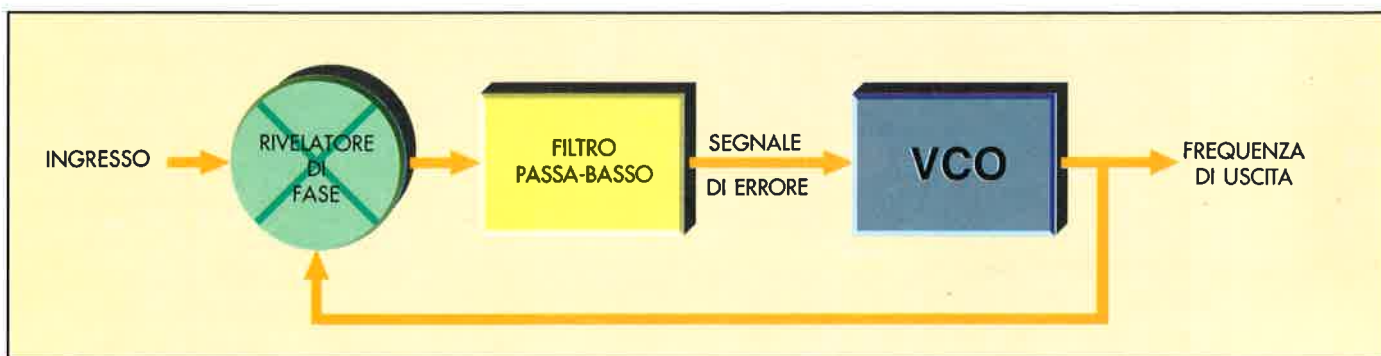
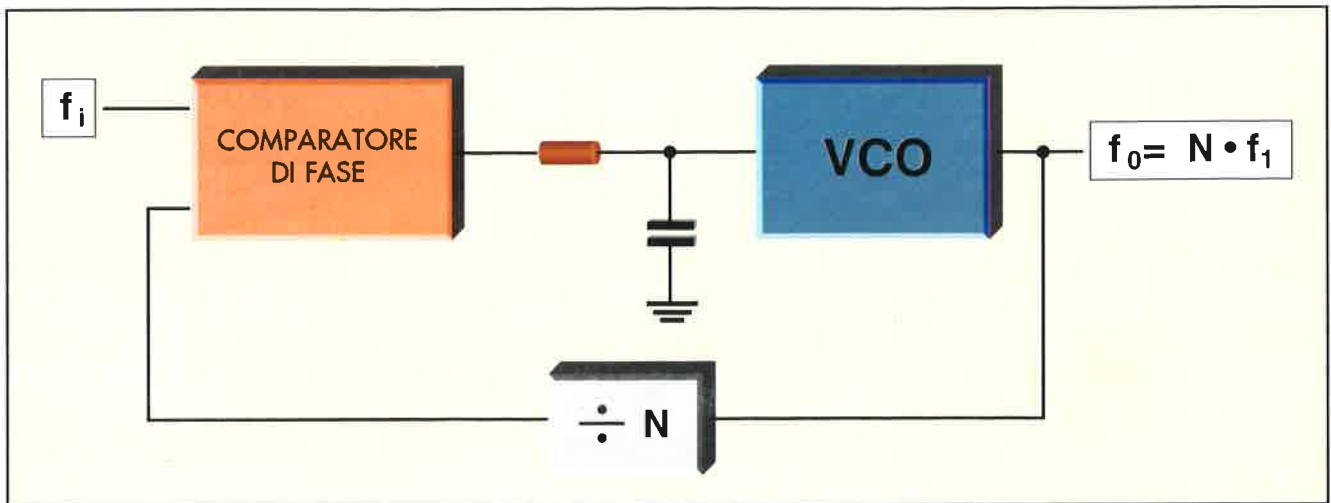
Comparatori di fase e PLL

Dopo aver esaminato tutti i circuiti più semplici che possono essere presenti all'interno di un PC, vengono di seguito analizzati i circuiti definiti complessi per il fatto che integrano tecnologie diverse: quella analogica e quella digitale.

I comparatori sono generalmente dotati di due ingressi e un'uscifa, che nel comparatore ideale ha un valore costante. L'ingresso viene comparato con un valore di riferimento, e l'uscita assume di conseguenza la condizione 0 oppure 1. In altre parole, il comparatore si comporta come un convertitore analogico/digitale ad 1 bit. Inoltre, è importante tener presente che il comparatore emette onde fortemente non lineari, per cui l'uscita non presenta alcuna somiglianza con la forma d'onda di ingresso.

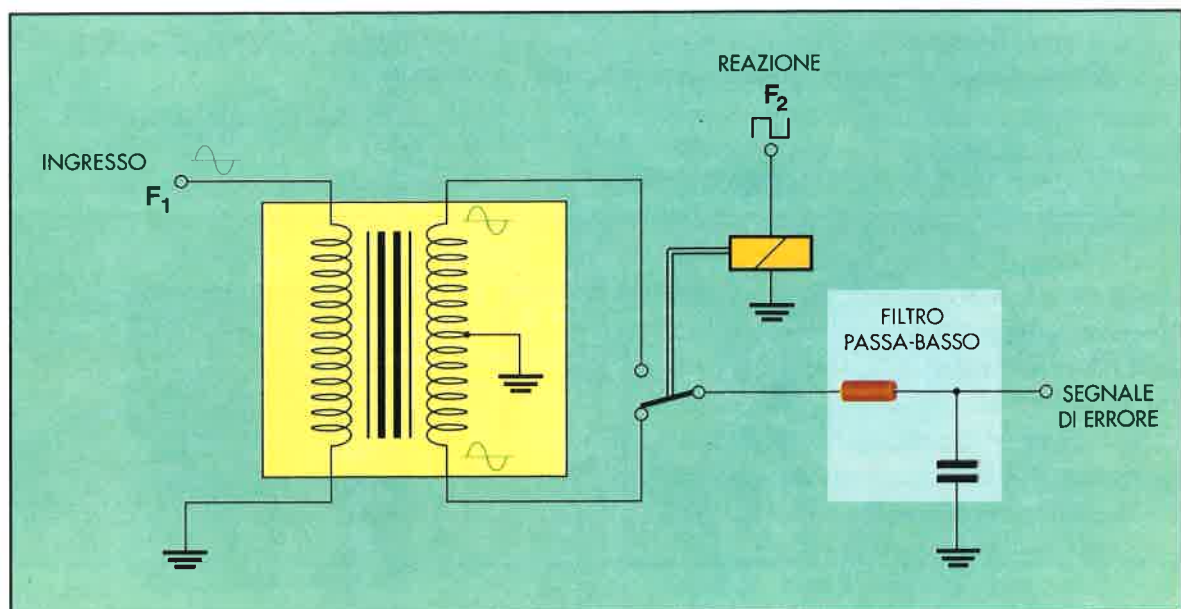
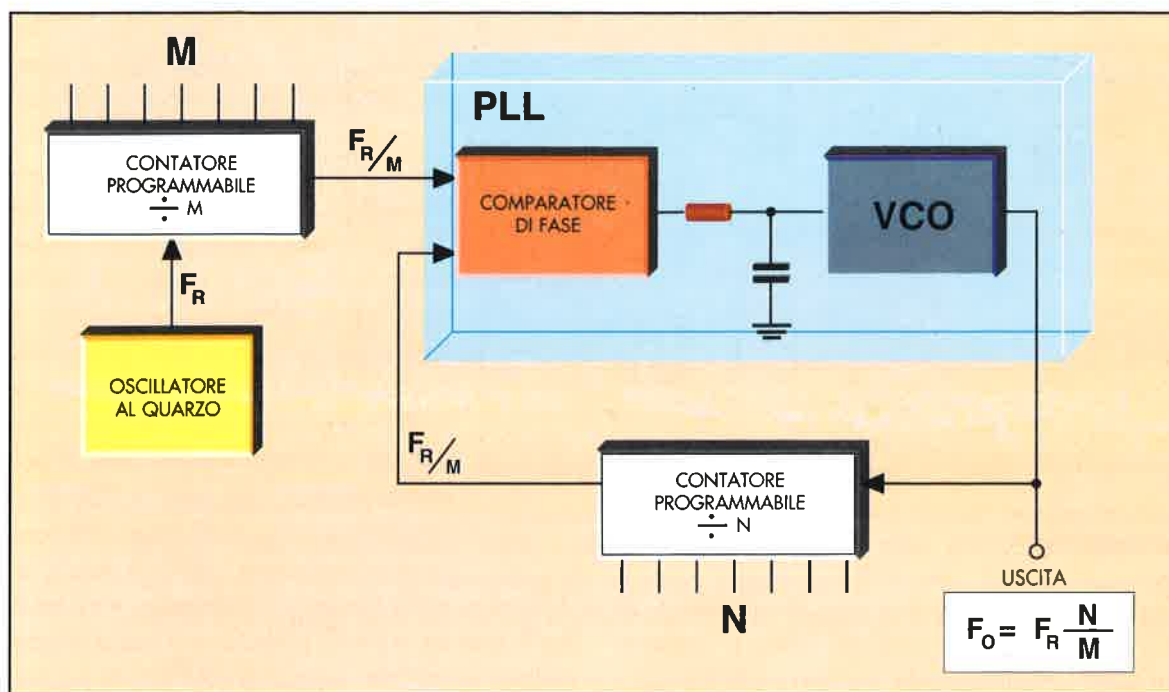
Questi dispositivi vengono generalmente utilizzati per trasformare un segnale che varia in modo molto lento in un altro che varia rapidamente quando l'ingresso raggiunge una determinato valore di riferimento.

Il comparatore fondamentale è l'amplificatore operazionale. Infatti, la sua caratteristica di ingresso/uscita è quella che più si avvicina a quella di un comparatore ideale. Si può notare che la variazione totale di ingresso tra i livelli estremi di qualsiasi operazionale è di circa 200 mV, margine che può essere ridotto notevolmente inserendo l'operazionale in cascata con altri stadi ad elevato guadagno.

Schema a blocchi di un circuito complesso, come può esserlo un PLL

I circuiti PLL vengono utilizzati anche come moltiplicatori di frequenza

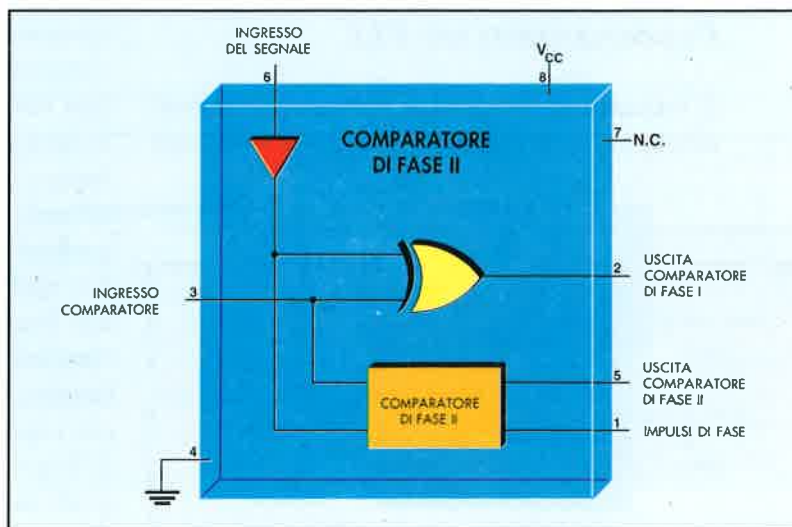
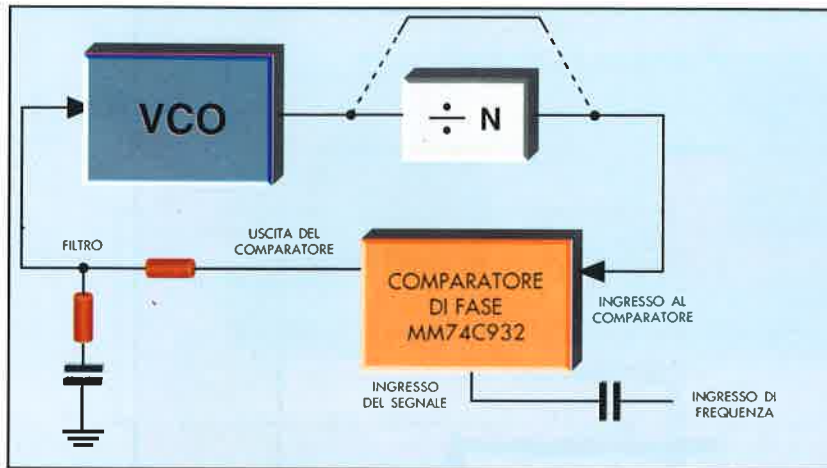
Nei data sheet gli amplificatori operazionali progettati specificatamente per essere utilizzati come comparatori di fase sono denominati comparatori di tensione o "buffer".
Poiché in un comparatore non è previsto l'utilizzo della reazione negativa, è possibile evitare la sua compensazione in frequenza, ottenendo in questo modo una maggior velocità del dispositivo rispetto agli amplificatori operazionali tradizionali. Questo tipo di comparatore viene chiamato anche buffer poiché, grazie alla sua elevata resistenza di ingresso, la sorgente del segnale non viene caricata.

Per limitare la tensione di uscita, indipendentemente da quella di alimentazione, vengono utilizzati una resistenza e due diodi Zener in opposizione che fissano il valore di uscita. Il valore della resistenza viene determinato in modo tale che i diodi possano lavorare con la corrente di Zener consigliata.
L'inserimento di questi diodi ha il vantaggio di definire i limiti di uscita ma, per contro, la risposta transitoria diventa meno rapida.
Se si applica tutto quanto detto al caso che stiamo per esaminare, si potrà vedere che il circuito risulterà speciale.

Circuito fondamentale di un comparatore di tipo elettromeccanico

I sintetizzatori di frequenza sono basati sui circuiti PLL

STRUTTURA DI UN PLL

La denominazione PLL deriva dall'abbreviazione del termine anglosassone *Phase Locked Loop*, più normalmente conosciuto con il termine italiano di *anello ad aggancio di fase*.
In questo dispositivo vengono confrontati il segnale di ingresso e quello di uscita per fornire un segnale di errore che, attraverso un filtro passa-basso, pilota un *oscillatore controllato in tensione* o *VCO*, che a sua volta genera la frequenza di uscita.
Per meglio comprendere quanto detto vengono di seguito esaminati singolarmente i diversi blocchi che compongono il dispositivo.
Il comparatore di fase è l'elemento principale del dispositivo il cui funzionamento, pur essendo riferito ad un circuito relativamente complesso, può essere facilmente compreso con l'aiuto di un semplice comparatore di fase elettromeccanico come quello rappresentato nella corrispondente figura.
Se le frequenze di ingresso e di uscita non sono uguali, all'ingresso del filtro è presente una tensione che varia periodicamente nel tempo tra 0 e 2π. Sull'uscita del filtro è perciò presente una tensione anch'essa periodica di frequenza pari al modulo della differenza tra le due frequenze di ingresso.
Se le due frequenze sono invece uguali, sull'uscita del filtro è presente una tensione costante la cui ampiezza è funzione della differenza di fase tra i due segnali. In questo modo, quando le due frequenze sono in fase all'ingresso del filtro è presente un'onda raddrizzata, mentre in uscita viene prodotta una tensione continua positiva.

Schema a blocchi di un comparatore di fase reperibile in commercio

Circuito tipico di un PLL, nel quale si possono distinguere i suoi tre componenti fondamentali: il comparatore di fase, il filtro e il VCO

Quando le due frequenze sono invece sfasate di novanta gradi, a monte del filtro è presente un'onda semisinusoidale, mentre a valle è presente una tensione continua di valore zero. Infine, se le due frequenze sono in controfase, all'ingresso del filtro è presente un'onda raddrizzata di valore negativo, mentre in uscita è presente una tensione continua negativa. Il circuito più semplice per realizzare questa parte del PLL è una porta OR-Esclusivo.

Il secondo blocco di un PLL è rappresentato dall'*oscillatore controllato in tensione*, o VCO. Questo elemento può essere costituito da un multivibratore astabile, già visto nei capitoli precedenti, con ingresso in continua e uscita che può subire variazioni di frequenza entro un certo margine; quando la tensione continua di controllo diventa maggiore, i condensatori si caricano più velocemente e la frequenza di uscita aumenta.

Funzionamento del PLL

Si supponga di collegare un generatore di segnali all'ingresso del PLL, per poter osservare cosa accade variando la frequenza di ingresso. Inoltre, si supponga di aver scelto i componenti che formano l'oscillatore controllato in tensione in modo che si possa ottenere la seguente funzione: limitando la tensione di ingresso il multivibratore astabile deve poter essere controllato in modo che oscilli tra 0,9 e 1,1 kHz.

Se si scollega il generatore di segnali, il VCO oscilla a una frequenza di 1.000 Hz poiché l'uscita del filtro vale 0 V. Se si collega il generatore impostando la sua frequenza a 700 Hz, l'oscillatore controllato in tensione continua ad oscillare a 1.000 Hz poiché la differenza tra le frequenze di ingresso e uscita è molto grande, e il filtro passa-basso lascia invece passare solamente i segnali di valore molto basso.

Se si aumenta il valore della frequenza sino a raggiungere i 920 Hz circa, la frequenza del VCO subisce un brusco salto e si porta alla stessa frequenza del generatore.

Se si continua ad aumentare la frequenza del generatore, la frequenza dell'oscillatore la segue finché non si raggiungono i 1.100 Hz, valore al quale torna a oscillare a una frequenza fissa di 1.000 Hz.

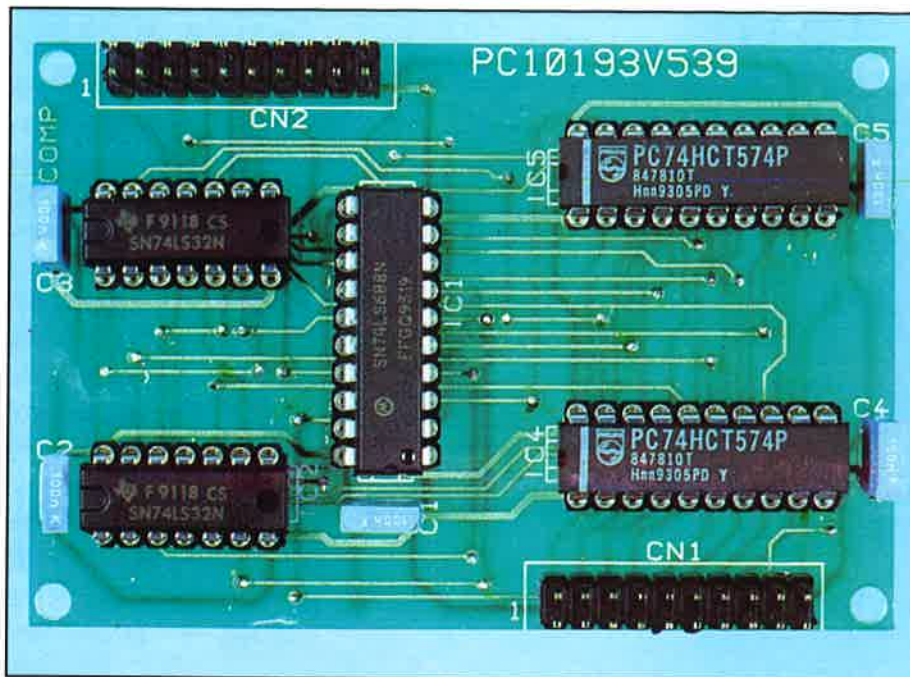
Agendo in senso contrario, vale a dire partendo da una frequenza di 1.300 Hz, l'oscillatore controllato in tensione si aggancia nell'intervallo di frequenza compreso tra 1.080 e 900 Hz.

Questo intervallo di frequenza compreso tra i 920 e 1.080 Hz viene chiamato *campo di cattura* della frequenza, conosciuto con il termine inglese di *Frequency Capture Range*, mentre il margine compreso tra 900 e 1.100 Hz viene denominato *campo di aggancio della frequenza* o *Frequency Lock Range.*

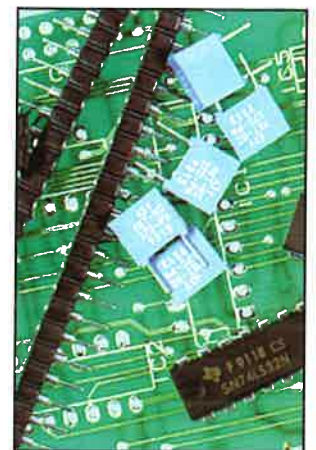
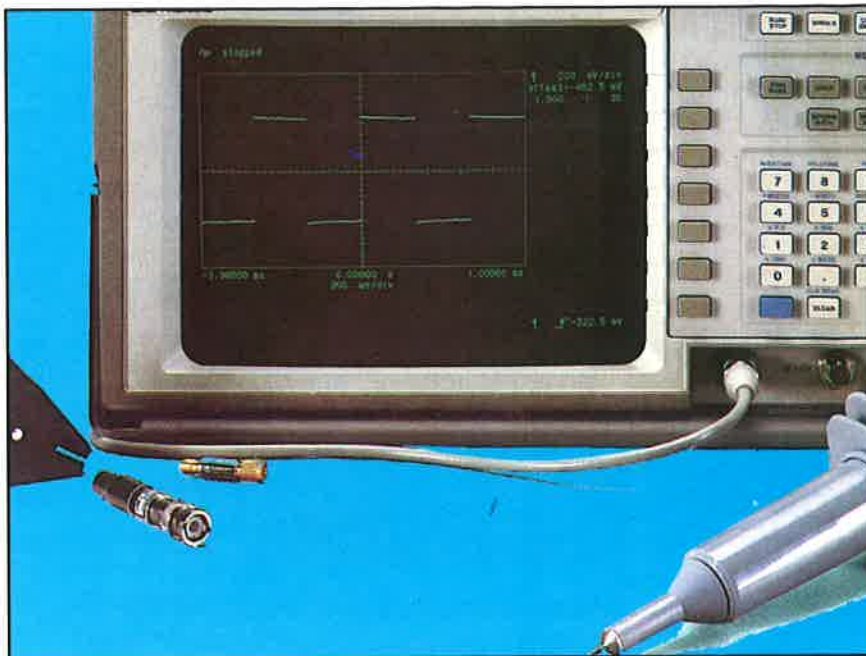
Si deve tener presente che il campo di cattura è sempre inferiore a quello di aggancio.

Quando la frequenza di uscita del PLL è legata a quella di un generatore, come nel semplice PLL che si è appena descritto, la differenza di fase tra le due frequenze varia da 0 a 180 gradi in tutto l'intervallo.

Esistono altri comparatori di fase più complessi, con i quali è possibile ottenere che la differenza di fase tra le due frequenze risulti sempre di 0 gradi per tutto il campo di aggancio.

Circuito integrato a otto terminali che rappresenta un comparatore di fase

ANALIZZATORE LOGICO
(MODULO DI INNESCO)

Uno degli strumenti più apprezzati dai progettisti di circuiti elettronici digitali è l'analizzatore logico. Per questa ragione si è deciso di proporre la realizzazione di un piccolo analizzatore che arricchirà il proprio laboratorio di un valido strumento per il controllo e la verifica dei progetti realizzati.

Per prima cosa è opportuno ricordare alcuni concetti fondamentali relativi al funzionamento degli analizzatori logici.
In pratica, un analizzatore logico è uno strumento in grado di memorizzare una serie di segnali provenienti da un circuito digitale per permettere la verifica del suo funzionamento tramite la visualizzazione e l'analisi dei dati memorizzati.
Generalmente gli analizzatori logici sono forniti come strumenti autonomi, dotati di complesse funzioni per l'analisi dei dati memorizzati. Tuttavia, grazie al grande sviluppo dei personal computer, sono state realizzate delle schede che, accompagnate dall'opportuno software di controllo, sono in grado di

In pratica un analizzatore logico è uno strumento in grado di memorizzare una serie di segnali provenienti da un circuito digitale

Gli analizzatori logici consentono di verificare il funzionamento di circuiti digitali molto complessi

svolgere le stesse funzioni. Il vantaggio che deriva dall'utilizzo di queste schede è la possibilità di abbinare alla potenza dello strumento le straordinarie capacità di elaborazione di un personal computer, e il rapido inserimento di nuove funzioni di analisi tramitè semplici modifiche del programma di controllo.

Tra le caratteristiche fondamentali degli analizzatori logici si possono segnalare le seguenti:

- *velocità di campionamento*: è la frequenza alla quale è in grado di immagazzinare i dati nella sua memoria. Viene indicata in numero di campionamenti al secondo o in unità di tempo per campionamento. Alcune tra le più moderne apparecchiature raggiungono velocità di 2 gigacampionamenti al secondo, che corrispondono a 500 picosecondi per campionamento. La velocità di campionamento dipende da diversi fattori, tra i quali è preminente la tecnologia di fabbricazione delle memorie utilizzate; di conseguenza, come regola generale, si può affermare che una apparecchiatura più è veloce e più è costosa.

Esistono apparecchiature che possono memorizzare sino a 64 Kbyte di campionamenti

- *capacità di memoria*: è il numero massimo di campionamenti che l'apparecchiatura è in grado di memorizzare. Esistono apparecchiature in grado di memorizzare sino a 64 Kbyte di campionamenti, ma generalmente la capacità è inferiore. Questo valore è funzione del numero degli ingressi utilizzati e della quantità di memoria installata.
- *numero di ingressi*: è la quantità di segnali che possono essere memorizzati contemporaneamente. Anche se vi sono apparecchiature in grado di memorizzare sino a 512 segnali simultaneamente, la maggior parte dei dispositivi è dotata di 32 ingressi diversi, che possono essere configurati a 8, 16 o 32 bit. Utilizzando la configurazione a 8 o 16 bit è possibile aumentare la capacità della memoria.
- *capacità di preinnesco*: tutti gli strumenti commercializzati sono dotati di una funzione che permette di impostare il momento in cui lo strumento deve iniziare a memorizzare i dati. Quando si genera una determinata combinazione dei dati di ingresso, questi cominciano a essere memorizzati. Inoltre, viene memorizzato un certo numero di campionamenti antecedenti il momento dell'innesco, che permettono di verificare ciò che è accaduto negli istanti che precedono la comparsa del dato che genera l'innesco stesso.

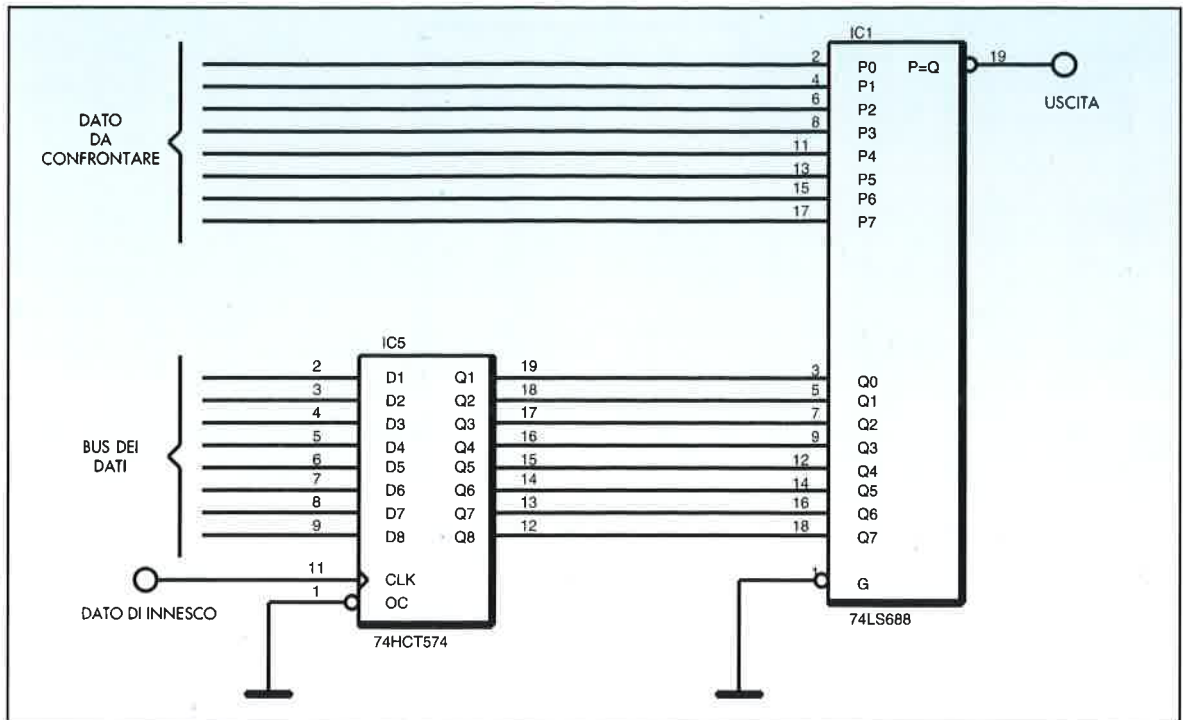
Le schede di strumentazione possono convertire un personal computer nel più completo analizzatore logico

Lo schema elettrico dimostra la semplicità del circuito di innesco

- *capacità di analisi*: indica il livello di accuratezza che lo strumento è in grado di fornire per analizzare l'informazione memorizzata. Tutti gli strumenti disponibili in commercio sono in grado di visualizzare i dati rilevati, ma solo alcuni hanno la capacità di interpretare l'informazione emulando le funzioni di altri strumenti. Si supponga, per esempio, di prelevare i dati presenti nella memoria di programma di un microprocessore: alcuni analizzatori sono in grado di interpretare questi dati fornendo il listato del programma che è in fase di esecuzione.
- *base dei tempi*: gli strumenti in commercio sono dotati di una base dei tempi interna che determina la velocità di campionamento in ogni istante, che può essere variata dal valore massimo sino a qualche secondo per campionamento. Il requisito fondamentale di questo blocco è rappresentato dalla sua stabilità e precisione, per cui viene generalmente controllato tramite un oscillatore di tipo TCXO preriscaldato. Come base dei tempi è possibile utilizzare anche un segnale di clock esterno prelevato dal circuito analizzato.
- *massima tensione di ingresso*: generalmente tutti questi apparecchi sono dotati di uno stadio di ingresso in grado di sopportare tensioni superiori ai 20 V, per renderli compatibili con i dispositivi appartenenti alle diverse famiglie logiche.

STRUTTURA DELL'ANALIZZATORE LOGICO

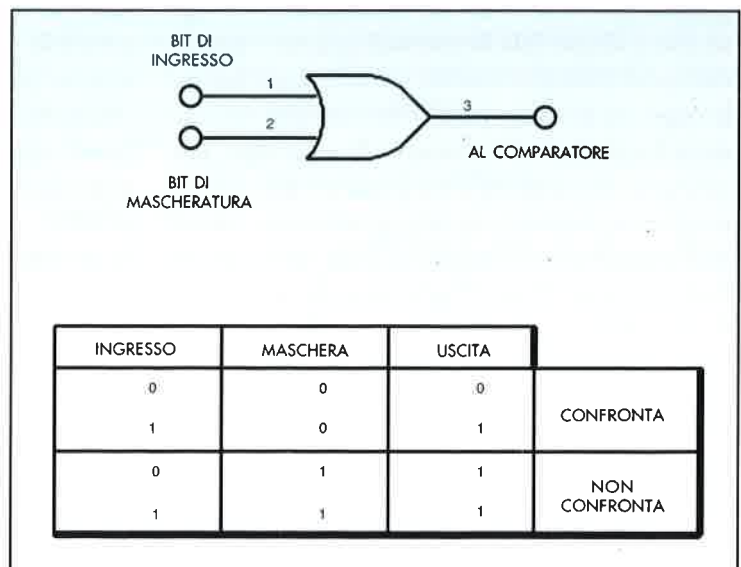
L'apparecchio è formato da tre moduli: controllo, memoria e innesco

La realizzazione proposta è formata da tre circuiti fondamentali (innesco, memoria e controllo), e da un programma che serve per controllare il loro funzionamento. Per poter collegare questo dispositivo all'elaboratore è necessario avere a disposi-

Il dato di confronto viene caricato nel registro IC5, le cui uscite sono direttamente collegate al comparatore

zione il decodificatore di indirizzi; sarebbe inoltre opportuno utilizzare anche il géneratore TTL presentato nei capitoli precedenti, poiché questo circuito consentirebbe di dotare l'analizzatore di una sua base dei tempi indipendente.
Il modulo di innesco consente di impostare tramite il modulo di controllo il momento in cui il modulo di memoria deve iniziare a memorizzare i dati che arrivano dall'esterno.
Il modulo di memoria ha il compito di immagazzinare tutti i dati provenienti dall'esterno, in modo da poterli inviare successivamente al calcolatore, sotto la supervisione del modulo di controllo, per la loro analisi e rappresentazione.
Il modulo di controllo serve per l'interscambio delle informazioni con il calcolatore e per controllare il funzionamento degli altri circuiti.
Con il programma è possibile controllare i tre circuiti e visualizzare sullo schermo una rappresentazione grafica degli otto segnali di ingresso. Inoltre, sono state previste anche delle finestre nelle quali vengono riportati i valori dei segnali in ciascuna posizione, e uno zoom che consente di visualizzare in dettaglio una determinata zona dello schermo. Il programma è stato sviluppato in ambiente LabWindows.
I due circuiti di controllo e di memoria sono indispensabili per il funzionamento dell'analizzatore, mentre il circuito di innesco potrebbe non

Il modulo di innesco consente al modulo di controllo di impostare il momento in cui il modulo di memoria deve iniziare l'immagazzinamento dei dati che arrivano dall'esterno

Il valore memorizzato nel registro di mascheratura consente di selezionare il bit di ingresso che si desidera utilizzare per l'innesco dell'analizzatore

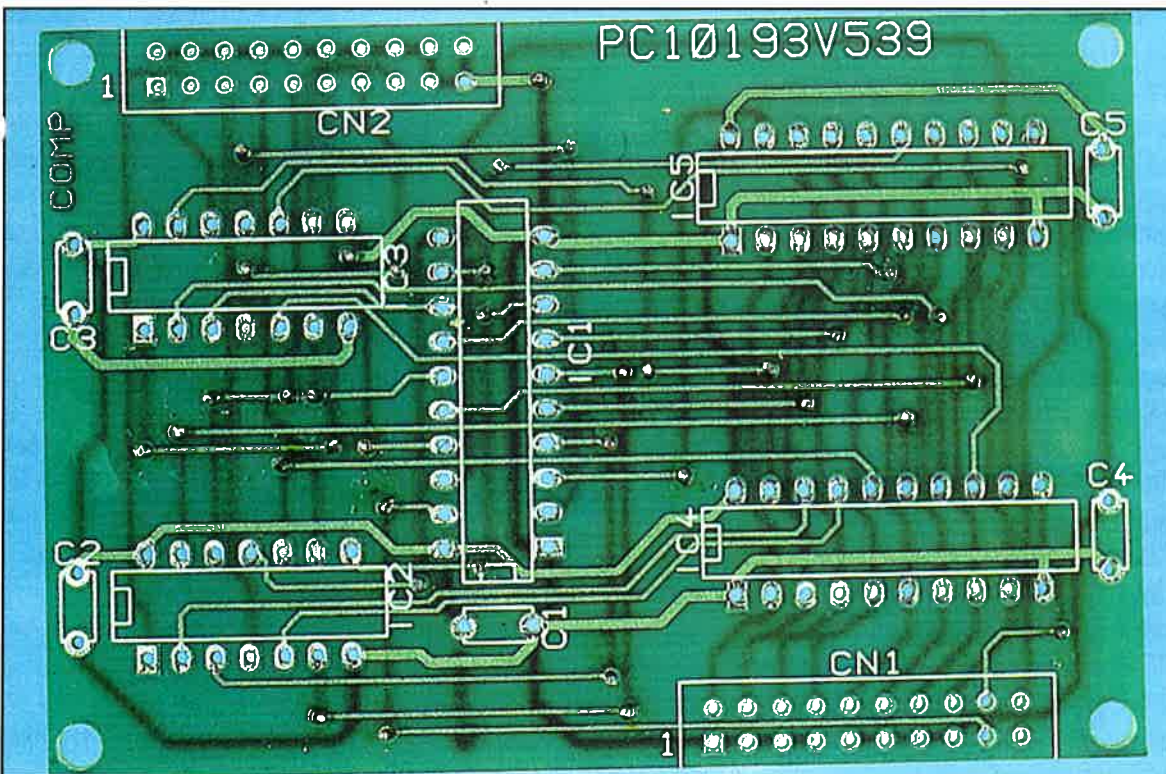
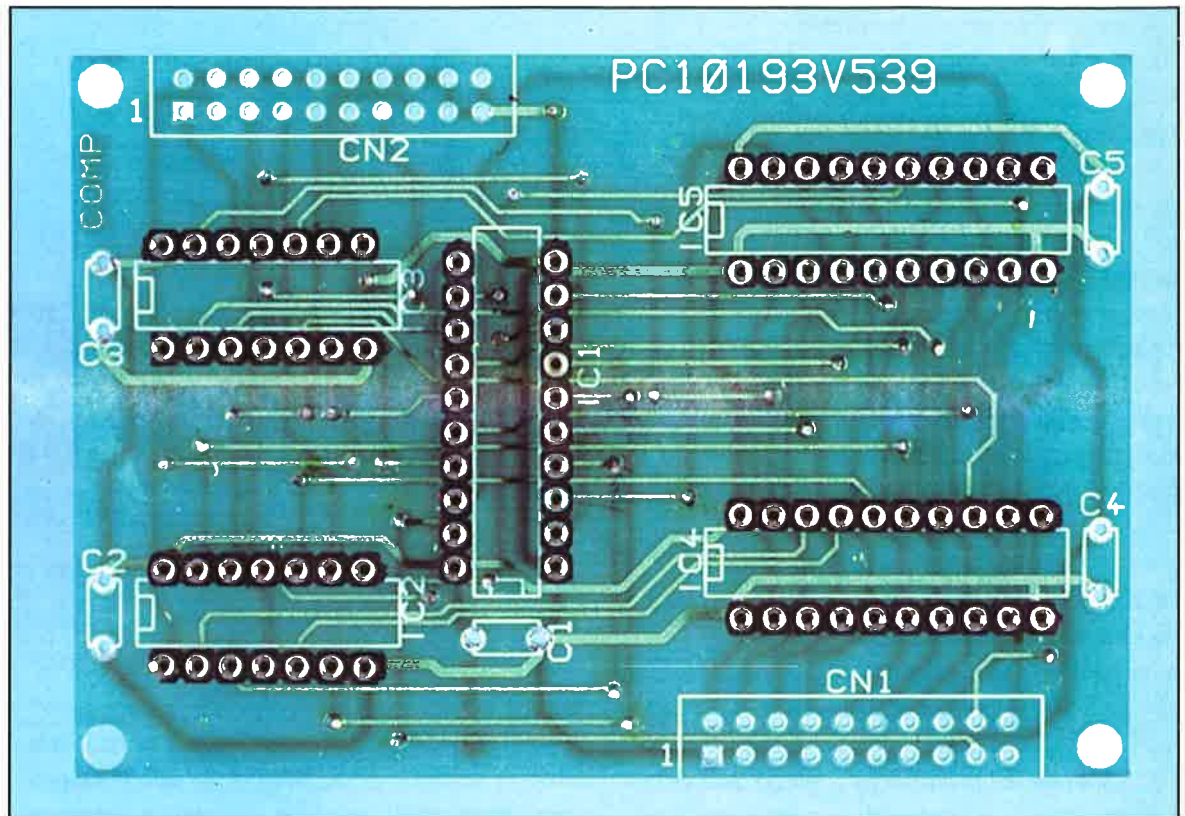
INGRESSO	MASCHERA	USCITA	
0	0	0	CONFRONTA
1	0	1	
0	1	1	NON CONFRONTA
1	1	1	

essere utilizzato poiché rappresenta un opzional aggiuntivo non strettamente necessario. Tuttavia, la potenzialità che questo circuito fornisce allo strumento rende consigliabile la sua realizzazione.

Prima di iniziare il montaggio del circuito si devono preparare tutti i componenti che devono essere utilizzati

CARATTERISTICHE

Per poter definire le prestazioni di questa realizzazione rispetto a quelle di uno strumento commerciale vengono confrontati i parametri descritti in precedenza.

- *Velocità di campionamento*: come già detto, dipende dalla memoria installata. In questo caso si è optato per una memoria RAM statica, i cui tempi di accesso possono variare tra 25 e 150 nanosecondi. Come si può facilmente supporre, il costo di questo dispositivo dipende in gran parte dal tempo di accesso di queste memorie. Il progetto è stato pensato per memorie da 100 nanosecondi, ma possono essere utilizzati componenti con tempi di accesso inferiori. Con la memoria consigliata la massima velocità di campionamento è di 5 mega-campionamenti al secondo, che corrispondono a 200 nanosecondi per campionamento.
- *Capacità di memoria*: la capacità di memoria

La prima operazione che si deve eseguire sullo stampato è la realizzazione dei ponticelli e dei collegamenti tra le due facce dello stesso

Con la memoria consigliata la massima velocità di campionamento è di 5 mega-campionamenti al secondo, che corrispondono a 200 ns per campionamento

Le strisce di terminali femmina servono come zoccoli per i circuiti integrati

Il programma di controllo è stato sviluppato per poter controllare contemporaneamente tutti i circuiti, e per poter regolare la velocità di campionamento tra 100 ns e 800 ms con 42 gradini

utilizzata è di 2.048 bit, suddivisi in 8 pagine da 256 bit; ciò permette di mantenere memorizzate fino a 8 acquisizioni, con un numero massimo di 256 campionamenti per acquisizione.

- *Numero di ingressi*: gli ingressi sono limitati ad un massimo di 8, e il numero di questi che viene impiegato non influisce sulla capacità di immagazzinamento della memoria.

- *Capacità di preinnesco*: il modulo di innesco rappresenta una funzione aggiuntiva dell'analizzatore, che può sfruttare tutti gli ingressi per definire l'istante di innesco. Il punto di innesco è sempre al centro dell'acquisizione, per cui vengono mantenuti in memoria i 128 campionamenti precedenti l'innesco e i 128 successivi.

- *Capacità di analisi*: poiché non si tratta di uno strumento professionale, la capacità di analisi è limitata all'indicazione dello stato degli otto ingressi in ciascun istante dell'acquisizione.

- *Base dei tempi*: come detto in precedenza, per dotare lo strumento di una base dei tempi indipendente è necessario utilizzare il generatore/divisore TTL. Il programma di controllo è stato sviluppato in modo da poter controllare questo circuito contemporaneamente agli altri, consentendo quindi di variare la velocità di campionamento in un intervallo compreso tra 100 nanosecondi e 800 millisecondi in 42 gradini. Inoltre, è possibile utilizzare qualsiasi altro segnale di clock esterno, ma in questo caso non è possibile variare la velocità di campionamento.

- *Massima tensione di ingresso*: questo dispositivo è stato progettato per operare con una tensione di ingresso massima di 5 V, per cui è compatibile con la sola famiglia TTL. Per tensioni superiori è necessario inserire un convertitore di livelli TTL tra il circuito che si desidera esaminare e l'ingresso dell'analizzatore logico.

IL MODULO DI INNESCO

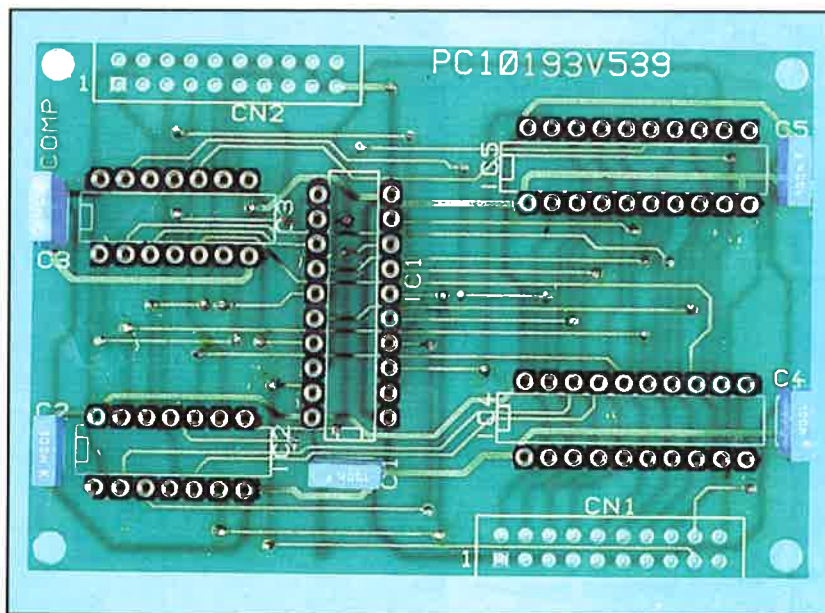
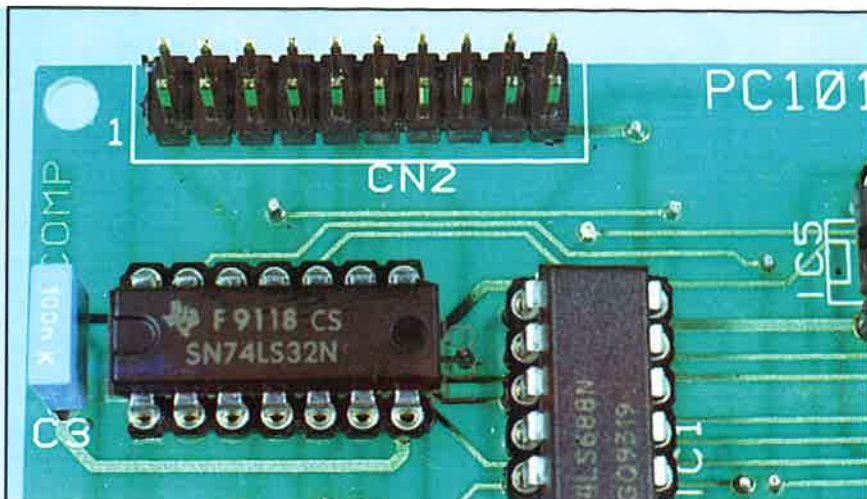
Invece di partire con la descrizione circuitale del modulo di controllo dell'analizzatore, si è preferito iniziare dal modulo di innesco. Per poter meglio comprendere il funzionamento del modulo di controllo, è infatti necessario conoscere a priori il modo in cui agiscono i segnali che intervengono negli altri due circuiti.

Il modulo di innesco fornisce all'analizzatore la possibilità di determinare il momento in cui deve

iniziare la memorizzazione dei dati nel modulo di memoria.
Si supponga di voler osservare le variazioni dei diversi segnali di un circuito digitale nel momento in cui uno di questi passa da livello basso a livello alto. Se non si dispone di alcun elemento in grado di stabilire il momento in cui questo segnale cambia di stato, e perciò deve iniziare la memorizzazione dei dati, è molto improbabile che si riesca ad eseguire questa operazione in modo manuale. Con il modulo di innesco questo compito viene invece eseguito automaticamente sfruttando gli otto segnali di ingresso. Il suo funzionamento si basa sul confronto dello stato degli ingressi con un dato stabilito dall'utente, che viene memorizzato preventivamente in un registro. Quando entrambi coincidono viene inviato un segnale che indica l'inizio della fase di memorizzazione. Nello schema elettrico si può osservare che il dato di innesco viene memorizzato nel registro a 8 bit costituito dal circuito integrato 74HCT574, le cui uscite sono collegate direttamente agli ingressi da Q0 a Q7 del comparatore a 8 bit IC1 (74LS688). Poiché non è sempre necessario eseguire il confronto con tutti gli otto bit di ingresso, si è aggiunta al circuito la possibilità di confrontare solo i bit che si ritienè opportuno utilizzare, sia in numero che in posizione. Si possono perciò confrontare da zero a otto bit, nelle posizioni che si desiderano. Per realizzare questa condizione gli otto bit di ingresso non vengono inviati direttamente al comparatore, ma vengono interfacciati con delle porte OR le cui uscite sono collegate ai diversi ingressi del comparatore (da P0 a P7). L'ingresso libero di ciascuna porta è collegato all'uscita del registro IC4, costituito dall'integrato 74HCT574, nel quale è stata memorizzata la maschera di confronto.

Le modalità di confronto sono le seguenti:
a. - quando si desidera che un bit di ingresso sia confrontato con un determinato valore, si deve caricare nella posizione corrispondente del registro dei dati il valore desiderato (0 o 1), e nella stessa posizione del registro di mascheratura uno 0. In questo modo, essendo presente uno 0 nel registro di mascheratura, l'uscita della porta OR riflette in ciascun istante lo stato del bit di ingresso, per cui quest'ultimo viene confrontato direttamente con il valore memorizzato nel registro dei dati.
b. - quando non si desidera eseguire il confronto con un bit di ingresso, bisogna caricare nella posizione corrispondente del registro dei dati un 1, e nella stessa posizione del registro di mascheratura un altro 1. In questo modo, quando viene applicato un 1 ad uno degli ingressi della porta OR, sulla sua uscita si presenta un 1 permanente che viene confrontato con l'1 presente nel registro dei dati; il valore del bit di ingresso non influisce perciò sul risultato del confronto. L'uscita del comparatore, che verrà analizzata con la descrizione del modulo di controllo, commuta a livello basso quando i due dati a otto bit applicati ai suoi ingressi coincidono perfettamente.
L'interscambio dell'informazione con il modulo di controllo avviene tramite il connettore CN1. Sui terminali 18 e 20 arrivano rispettivamente i segnali di caricamento dei registri di mascheratura e del dato di innesco. Il bus dei dati è collegato ai

L'interscambio di informazioni con il modulo di controllo avviene attraverso il connettore CN1

I condensatori devono essere montati sullo stampato dopo gli zoccoli

Le strisce di terminali maschi per i connettori CN1 e CN2 devono essere perpendicolari allo stampato

terminali pari che vanno dal 2 (bit meno significativo) al 16 (bit più significativo). Il segnale di uscita del comparatore è collegato al terminale 17 dello stesso connettore.

Anche la tensione di alimentazione viene portata al circuito attraverso il connettore CN1; i terminali 1, 3, 5 e 7 corrispondono alle masse, mentre i terminali 9, 11, 13 e 15 corrispondono a + 5 V. Gli otto bit di ingresso sono presenti sul connettore CN2; il bit meno significativo corrisponde al terminale 1, mentre quèllo più significativo al 15.

MONTAGGIO DEL CIRCUITO

Prima di eseguire il montaggio si devono preparare i ponticelli, le strisce di terminali torniti che vengono utilizzati come zoccoli, e i connettori. I terminali femmina per gli zoccoli si ottengono tagliando 6 strisce da 10 terminali ciascuna per gli integrati IC1, IC4 e IC5, e quattro strisce da 7 terminali per IC2 e IC3. Per i connettori CN1 e CN2 si devono tagliare 4 strisce da 10 terminali maschi ciascuna. Poiché il circuito stampato è a doppia faccia con fori non metallizzati, bisogna eseguire la saldatura dei terminali su entrambe le facce dello stesso, in particolare per quelle isole le cui piste sono disposte sul lato componenti. Inizialmente bisogna montare i ponticelli, tagliando la quantità di filo rigido necessaria per eseguire il collegamento tra le due isole previste. Successivamente bisogna eseguire i collegamenti tra le due facce dello stampato, inserendo un pezzo di filo rigido nei fori passanti e saldandolo su entrambe le facce dello stesso; i fori passanti sono quelli nei quali non è previsto l'inserimento di alcun componente. Di seguito si possono montare le strisce di terminali femmina, che devono essere saldate nelle posizioni previste per IC1, IC2, IC3, IC4 e IC5. Infine, si montano i condensatori di disaccoppiamento, da C1 a C5, e le strisce di terminali maschi per i connettori CN1 e CN2. Dopo aver montato tutti i componenti è opportuno verificare la correttezza delle saldature e l'assenza di cortocircuiti tra piste adiacenti. Al termine di queste operazioni è possibile inserire i circuiti integrati nei rispettivi zoccoli, rispettando le posizioni indicate dalla serigrafia. Il procedimento di verifica del circuito e il collegamento elettrico con i restanti moduli dell'analizzatore verranno descritti nei prossimi capitoli.

Elenco componenti

Condensatori

C1-C5 = 100 nF

Circuiti integrati

IC1 = 74LS688, comparatore a 8 bit,
IC2, IC3 = 74LS32 quattro porte OR
IC4, IC5 = 74HCT574 registri di otto bit

Varie

88 terminali torniti femmina

40 terminali maschi per c.s.

Filo di rame stagnato

1 circuito stampato PC10193V539

I connettori CN1 e CN2 servono per il collegamento del modulo di innesco agli altri circuiti